

Neue Rückenmarkstinctionen.

I. Ergebnisse am normalen Gewebe.

(Mit 3 Tafeln.)

Von Professor Dr. **Albert Adamkiewicz.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. März 1884.)

Die Tinction hat der modernen histologischen Technik vor Allem zwei wichtige Dienste geleistet. Erstens hat sie in scheinbar gleichartigen Gewebselementen differente Affinitäten zu Farbstoffen, somit innere Verschiedenheiten kennen gelehrt. Zweitens hat sie Elemente, welche wegen ihres optischen Verhaltens dem selbst mit dem Mikroskop bewaffneten Auge schwer oder gar nicht erkennbar waren, wahrnehmbar gemacht, indem sie ihnen durch Farbestoffimprägnirungen ein anderes optisches Vermögen verlieh. Gerade diesem letzten Umstand verdankt ja die Biologie einen ihrer wichtigsten Fortschritte, die Entdeckung der Micrococcen und Bacterien als allgemeinerer Krankheitserreger. Erst als eine Methode gefunden war, diese kleinsten aller Lebewesen zu färben, war auch ein Mittel gegeben, ihre Existenz und ihre Bedeutung zu erweisen.

Diese Betrachtungen haben mich bereits vor längerer Zeit angeregt, zu untersuchen, ob es nicht möglich sei, im complicirtesten aller Organe, im Centralnervensystem, durch Tinctionen Differenzen in scheinbar gleichartigen Elementen zu erhalten, welche unsere Kenntniss vom Bau des Nervensystems fördern würden.

Als erstes Ergebniss solcher Untersuchungen habe ich [2] vor etwa zwei Jahren die Thatsache berichtet, dass das Gentiana-Violet die Eigenschaft besitzt, das Rückenmarksgewebe in zweifacher

---

Mit der Abhandlung wurden gleichzeitig die auf den Tafeln abgebildeten mikroskopischen Präparate vorgelegt.

Archives de Neurologie Nr. 12. Novembre. Paris 1882.

Weise zu färben, — die weisse Substanz violet, das Grundgewebe der grauen, die sogenannte Neuroglia, die Septa der weissen und das Piagewebe blau. Diese Farbenreaction gruppirte die Elemente des Rückenmarksgewebes in anderer Weise zu einander, als es deren histologische Analyse gethan hat, die bekanntlich geneigt ist, die Neuroglia der Nervensubstanz anzureihen. Diese Erfahrung musste zu weiteren Untersuchungen in der einmal eingeschlagenen Richtung ermuthigen.

Ich möchte in Folgendem die Resultate dieser Untersuchungen vorlegen.

Unter den bekannten Anilinfarbstoffen fand ich zwei, deren Einwirkung auf das Rückenmarksgewebe zu interessanten Ergebnissen geführt hat: das Safranin und das Methylenblau.

Safranin.

Ich wende zur Tinction von Rückenmarksschnitten mittelst Safranin folgendes Verfahren an:

Der Schnitt wird in destillirtem Wasser gut ausgewaschen und dann in destillirtes Wasser gebracht, das mittelst einiger Tropfen Salpetersäure eine schwach saure Reaction erhalten hat. Nach kurzem Aufenthalt im sauren Bade wird er der Lösung des Farbstoffes ausgesetzt. Der Farbstoff ist inzwischen folgendermassen zubereitet worden. Man hält sich eine concentrirte Lösung von Safranin in Wasser (1·0 Grm. Safranin 60·0 Wasser) in Bereitschaft. Von dieser Lösung lässt man in ein flaches mit destillirtem Wasser gefülltes Glasgefäss so viel Tropfen filtriren, als hinreichen, den Inhalt des Glasgefässes tief burgunderroth zu färben. [1]

In diese verdünnte Farbstofflösung bringt man die Schnitte. Nach der Färbung werden sie in reinem Weingeist schnell abgespült und dann in eine grössere Menge absoluten Alkohols gethan, der gleichfalls mittelst Salpetersäure schwach angesäuert worden ist.

Nach genügendem Aufenthalt im Alkohol bringt man die Präparate in Nelkenöl. Hier verweilen sie so lange, als sie

---

[1] Ich verwende von den im Handel vorräthigen Sorten Safranin mit Vortheil die mit Nr. 0 bezeichnete aus dem chemischen Laboratorium von Herrn Grüler — Leipzig.

an dasselbe einen röthlichen Farbstoff abgeben. Sobald diese Diffusion von Farbstoff beendet ist und die Präparate eine stabile gelbe Färbung erhalten haben, sind sie für die Aufnahme in Canadabalsam geeignet. Sie verändern nachträglich ihre Farbe nicht mehr und lassen sich vortrefflich conserviren, was von mit anderen Anilinfarbstoffen tingirten Präparaten bekanntermassen nicht gilt.

Methylenblau.

Das Methylenblau wende ich zum Zweck der Färbung in derselben Weise an, wie das Safranin, nur mit dem einzigen Unterschiede, dass ich die Ansäuerung der verschiedenen Medien nicht durch Salpetersäure, wie bei Safranin, sondern mit Essigsäure bewirke.

Der Erfolg der Färbung sowol mit Safranin, wie mit Methylenblau hängt von der Art des Medium ab, in welchem die Rückenmarke vor dem Schneiden gehärtet worden sind.

Als Härtungsflüssigkeit verwende ich zunächst Alkohol oder Picrinschwefelsäure.

A) Alkoholpräparate.

Der Aufenthalt der Schnitte in der Farbstofflösung darf nicht weniger betragen, als 20—30 Minuten. Anderseits ist ein Aufenthalt derselben in der Farbstofflösung von mehr als 12 Stunden unnöthig und auf das Endergebniss der Färbung ohne Einfluss.

Innerhalb der angeführten Zeit — von einer halben bis zu zwölf Stunden — läuft die Färbung in mehreren Stadien ab. — Diese Stadien folgen mit absoluter Regelmässigkeit aufeinander. Man kann jedes von ihnen isolirt darstellen und mit wünschenswerther Schärfe gesondert fixiren.

Ich unterscheide drei solcher Stadien:

a) Erstes Stadium. Kurze Färbung.

Der Schnitt wird der Farbstofflösung nur etwa 20—30 Minuten ausgesetzt, dann in Weingeist abgespült und endlich in angesäuerten Alkohol gebracht. Hier diffundirt der Farbstoff. Der anfangs diffus roth gefärbte Schnitt entfärbt sich mehr und mehr. Und während das geschieht, treten an drei ganz bestimmten Stellen der weissen Substanz immer deutlicher

anfangs braunroth, dann rothgelb und endlich orang gefärbte Partien auf. Schliesslich ist der Schnitt vollkommen farblos — bis auf diese orange gefärbten Stellen. Die Schärfe ihrer Begrenzung, die Harmonie ihrer Form und die Symmetrie ihrer Lage characterisiren sie als bestimmte und jedenfalls bisher nicht bekannte Gebilde der Rückenmarkssubstanz.

Weil die Tinction dieser Partien offenbar darauf beruht, dass sie eine grössere Affinität zum Farbstoff besitzen, als der ganze übrige Rest des Rückenmarkes, so will ich sie die „chromoleptischen„ (χρῶμα, λαμβάνειν) Partien nennen. Und weil nach ihnen bei weiterer Einwirkung des Farbstoffes noch andere chromoleptische Partien auftreten, so will ich sie als die „chromoleptischen Partien erster Färbung“ bezeichnen.

Die Fig. I—IV (Taf. I) geben Gestalt und Anordnung der chromoleptischen Partien erster Färbung wieder. Die Zeichnungen sind Abbildungen von Präparaten, welche in der früher geschilderten Weise dargestellt worden sind. Die chromoleptischen Partien erster Färbung sind in ihnen möglichst naturgetreu orange gefärbt. Der Rest der Präparate hat seinen Farbstoff an den Alkohol abgegeben.

b) Zweites Stadium. Färbung von mittlerer Dauer.

Während eines weiteren, Eine bis mehrere Stunden dauernden, Aufenthaltes der Präparate in der Farbstofflösung macht die Tinction interessante Fortschritte.

Nach der Behandlung mit Alkohol bleiben jetzt auch noch andere Abschnitte der weissen Substanz, als die der chromoleptischen Partien erster Färbung, tingirt zurück. Und es tritt gleichzeitig Doppelfärbung auf. Während in der weissen Substanz neue, weniger tief orangegefärbte Abschnitte auftreten, — die chromoleptischen Partien zweiter Färbung, — erscheinen das Grundgewebe der grauen Substanz, die Septa der weissen und das Piagewebe roth. Diese rothe Farbe ändert sich mit der Dauer der Tinction. Sie ist anfangs hell rosa, wird immer mehr und mehr gesättigt und erscheint schliesslich kirschroth, mit einer blauen Nuance oder gar deutlich violet. Dieses Roth steht zur Farbe der chromoleptischen Partien der weissen Substanz in prachtvollem Contrast. Vgl. Fig. V (Taf. II).

c) Drittes Stadium. Überfärbung. Dauer der Tinction über 12 Stunden.

Bevor das dritte Stadium der Safraninfärbung eintritt, kann es geschehen, dass die gesammte weisse Substanz, gewöhnlich mit einziger Ausnahme eines den Querschnitt umgebenden, der Pia dicht anliegenden sehr schmalen Saumes (Fig. V), die orange Farbe annimmt. — Jedenfalls geschieht dies immer nur für kurze Zeit.

Meist beginnen sich die Schnitte schon nach dem Auftreten der chromoleptischen Partien zweiter Färbung von Neuem zu verändern, wenn sie der Farbstofflösung nun noch weiter ausgesetzt bleiben. Während sich in den roth gefärbten Abschnitten der Farbstoff immer fester und fester mit den Gewebselementen verbindet, greift in den chromoleptischen Partien ein regressiver Vorgang Platz, — eine Entfärbung. Bald sind die orange gefärbten Abschnitte ganz verschwunden. Und wenn man die Präparate nun untersucht, so nimmt man an ihnen nur noch die rothe respective violete Farbe wahr, und zwar nur an denjenigen Orten, an welchen sie während des zweiten Stadium sich zuerst gezeigt hat. — Fig. VI.

Wie also die Gelbfärbung den Anfang der Safranineinwirkung darstellt, so ist deren Endresultat die Rothfärbung. Beide Färbungen neben einander treten, wie erwähnt, nur in einem gewissen mittleren Abschnitt der Safranineinwirkung auf das Rückenmarksgewebe auf.

I. Die chromoleptischen Partien erster Färbung.

Sie sind in jedem der drei Stränge der weissen Substanz enthalten.

1. In den Vordersträngen.

Hier stellen sie zwei an den innern, einander zugekehrten Seiten der grauen Vorderhörner und dicht an der vorderen Commissur gelegene fast kreisrunde nur nach vornhin nicht scharf begrenzte Flecke dar. (Vgl. *v* in den Fig. I—V.) Die Flecke liegen zu beiden Seiten des Grundes der Fissura longit. ant. und sind von derselben durch ganz schmale Zonen nicht gefärbter Substanz

getrennt. Eine dünne Brücke ebenso tingirten Gewebes verbindet sie so mit einander, dass eine Art Mulde entsteht, welche gerade den Boden der vorderen Fissur umschliesst. Eine genauere Untersuchung ergibt, dass die die beiden Flecke verbindende Brücke durch dicke markhaltige Nervenfasern der vorderen Commissur (*cm* in sämmtlichen Figuren, besonders Fig. VIII) gebildet wird. Sie, sowie einige stark markhaltige Nervenfasern, welche aus den grauen Hinterhörnern bogenförmig in die Hinterstränge ausstrahlen und die ich die weissen Fasern der Hinterhörner (*hw* in sämmtlichen Figuren) nennen will, sind constant ebenso gefärbt, wie die chromoleptische Substanz selbst.[1] Deshalb kann man bei jeder Darstellung der chromoleptischen Partien den Verlauf der vorderen Commissuralfasern gut verfolgen.

Besonders leicht erkennt man, wie von jeder der beiden vorderen chromoleptischen Partien Fasern nach der inneren Seite des entgegengesetzten grauen Vorderhornes ziehen und dort büschelförmig in einer besonderen Art von kleinen langgesteckten Ganglien enden.

Das specielle Verhalten der vorderen chromoleptischen Partie im Verlauf des ganzen Rückenmarkes ist folgendes.

Sie beginnt in der Höhe der ersten Halswurzel und zieht sich ohne die bereits beschriebene Gestalt zu ändern, durch das ganze Halsmark hin. Nur ihre Dimensionen wachsen im Annähern nach unten und erreichen in der Höhe des siebenten Halsnerven (Fig. I) ihre grösste Ausdehnung.

Vom siebenten Halsnerven abwärts nimmt im Brustmark ihre Grösse und ihre Deutlichkeit sehr schnell ab. In der Gegend der fünften bis achten Brustwurzel pflegt sie gewöhnlich ganz zu fehlen (Fig. II), um erst weiter nach unten sich wieder zu zeigen. Jedenfalls ist sie von der Höhe der zehnten Brustwurzel ab wieder deutlich vorhanden.

Beim Übertritt in das Lendenmark (Fig. III) nimmt sie noch einmal grössere Dimensionen und schärfere Conturen an und

---

[1] Will man Form und Verlauf dieser Fasern, sowie das reiche Nervennetz der grauen Substanz schön und scharf zur Darstellung bringen, so muss man andere, als in Alkohol gehärtete Rückenmarke tingiren. Nähere Angaben darüber werden in einer zweiten Abhandlung folgen.

endet erst in der Höhe der zweiten Sacralwurzel (Fig. IV), nachdem sie vom unteren Lendenmark ab eine kleine Änderung ihrer Gestalt erfahren hat. Aus den beiden kreisrunden Flecken sind zwei längliche Streifen (*v* Fig. IV) geworden, die sich den inneren Rändern der grauen Vorderhörner dicht anschmiegen und in manchen Rückenmarken (vergl. *v* Fig. VII) die zierliche Form von Widderhörnern besitzen.

2. In den Seitensträngen.

Die chromoleptischen Partien der Seitenstränge (*s* in allen Figuren) nehmen gerade den vom grauen Vorder- und Hinterhorn eingeschlossenen Winkel der Seitenstränge, also etwa das Gebiet der hier befindlichen Processus reticulares ein. Nach aussen enden sie in scharfen Bögen, welche ungefähr mit der seitlichen Contour des Rückenmarkes parallel gehen und aus der Gegend des sogenannten Caput der Hinterhörner sich nach den grauen Vorderhörnern hinspannen.

Sie beginnen schon in der Höhe der ersten Halswurzel, verlaufen ununterbrochen durch das Rückenmark abwärts und enden im mittleren Theil des Lendenmarkes, also etwas früher, als die chromoleptischen Partien der Vorderstränge. Im Sacralmark (Fig. IV) sind sie jedenfalls nicht mehr vorhanden.

Da sie, wie erwähnt, den von der grauen Substanz der Vorder- und der Hinterhörner nach aussen gebildeten Winkel ausfüllen, so hängt auch ihre allgemeine Form von der Gestalt dieses Winkels ab. Nun ist derselbe im Halsmark spitz, im Lendenmark annähernd ein rechter und im Brustmark stumpf oder gar gestreckt. Daraus ergibt sich, dass die laterale chromoleptische Substanz im Hals- und im Lendenmark (*s* Figg. I und III) einem Kreisausschnitt und im Brustmark (*s* Fig. II) einem Halbkreis gleichen muss. Und während sie die entsprechenden Gestaltveränderungen in ihrem Verlauf durch das Rückenmark erleidet, ändert sie gleichzeitig derartig ihre Dimensionen, dass sie vom Beginn des Halsmarkes nach der Mitte des Brustmarkes abwärts allmählich wächst, von der Mitte des Brustmarkes nach unten wieder abnimmt und im Lendenmark kleiner wird, als sie im Anfang des Halsmarkes gewesen ist.

3. In den Hintersträngen.

Die stark tingirten Partien der Hinterstränge (*h* in allen Figuren) nehmen den vorderen Abschnitt derselben ein. Sie beginnen gewöhnlich scharf an der hinteren Grenze der grauen Commissur und endigen ebenso scharf in der Höhe des sogenannten Caput der Hinterhörner gewöhnlich an der Eintrittsstelle meiner Aa. cornuum posteriorum posticae [1], in einem der hinteren Begrenzungslinie des Rückenmarkes zugekehrten, leicht convexen Bogen.

Die A. fissurae [1] trennt die hintere chromoleptische Partie in zwei symmetrische Hälften, die häufig noch durch zwei schmale zu beiden Seiten der A. fissurae sich hinziehende Säume ungefärbter Substanz von einander geschieden sind (*h* Fig. I). Und weil diese Trennung räumlich eine sehr unbedeutende ist, so ist in der hinteren chromoleptischen Partie mehr, als in den beiden anderen, der Charakter eines aus zwei congruenten Hälften sich symmetrisch zusammensetzenden Ganzen gewahrt.

In Bezug auf den Verlauf durch das ganze Rückenmark ist die hintere chromoleptische Partie unter allen die vollständigste. Während die vordere chromoleptische Partie im Brustmark unterbrochen ist und die laterale schon im Lendenmark endet, zieht sich die hintere chromoleptische Partie durch das ganze Rückenmark hin von der ersten Halswurzel ohne Unterbrechung bis in das Sacralmark und endet erst hier in der Höhe der zweiten Sacralwurzel. Die Lage im vorderen Abschnitt der Hinterstränge gibt der hinteren chromoleptischen Partie annähernd die Gestalt einer umgekehrten Tulpe. Der Kelch derselben sitzt in der Aushöhlung der hinteren grauen Commissur. Ihre nach aussen leicht concav ausgeschweiften Seiten werden durch die inneren Ränder der grauen Hinterhörner begrenzt. Geschlossen wird das Ganze durch einen leicht geschwungenen Bogen, der sich von der Gegend des Caput des einen Hinterhornes zu der des andern hinspannt. Sehr schön tritt diese Form im Brustmark hervor, dort (Fig. II), wo, wie bereits erwähnt worden ist, die hintere chromoleptische Partie die relativ grössten Dimensionen

---

[1] Vrgl. Adamkiewicz: Die Blutgefässe des menschl. Rückenmarkes. Diese Sitzgsber. Bd. LXXXIV. III. Abth. 1881.

erreicht. Im Lendenmark (Fig. III) ist der hintere Begrenzungsbogen der hinteren chromoleptischen Partie etwas flacher und endet an den Seiten nicht scharf und unmittelbar an den grauen Hinterhörnern, sondern noch in der weissen Substanz selbst und stumpf, so dass zwischen der hinteren chromoleptischen Partie und den grauen Hinterhörnern jederseits zwei einander vollkommen congruente Dreiecke (*a* Fig. III) zurückbleiben und dadurch der hinteren chromoleptischen Partie der Charakter eines besonderen Gebildes der weissen Substanz gewahrt wird.

Nicht an allen Orten begrenzt sich die hintere chromoleptische Partie nach hinten mit einem einfachen Bogen. Im Halsmark endet sie vielmehr in zwei, einander in der Mitte spitzwinklig schneidende Bögen, so dass eine nach hinten sich öffnende Fermate entsteht. (Vrgl. Fig. I.) Und im Sacralmark (Fig. IV) besteht die ganze hintere chromoleptische Partie nur aus zwei einfachen Streifen, die zusammen etwa die Hälfte eines längs der kleineren Axe durchschnittenen und mit derselben nach hinten gekehrten Ellipsoides bilden.

Endlich zeigt das Sacralmark zuweilen eine ähnliche Bildung der hinteren chromoleptischen Partie, wie ich sie für die vordere schon erwähnt habe. Sie ist nämlich gleichfalls zuweilen der Gestalt von Widderhörnern ähnlich (*h* Fig. VII). Nur sind sie umgekehrt gerichtet und etwas stärker als die anderen. Überhaupt habe ich Grund zu vermuthen, dass die Form der hinteren chromoleptischen Partie noch mannigfach variirt.

II. Die chromoleptischen Partien zweiter Färbung.

Wenn die Einwirkung des Safranin auf das Rückenmarkgewebe eine gewisse Minimalzeit überschreitet, dann färben sich, wie bereits berichtet worden ist, ausser den oben genauer beschriebenen Abschnitten noch andere Partien der weissen Rückenmarkssubstanz, — die chromoleptischen Partien zweiter Färbung.

Es sind das gleichfalls distincte, wenn auch meist nicht mehr so scharf begrenzte Abschnitte der weissen Substanz, wie die chromoleptischen Partien erster Färbung. Man kann sie im Grossen und Ganzen als Abschnitte bezeichnen, welche die chromoleptischen Partien erster Färbung peripheriewärts umgeben.

Am besten stellt man sich ihre Configuration vor, wenn man sich einen zur Rückenmarksperipherie concentrisch verlaufenden Kreis denkt, der gerade durch die am meisten hervortretenden Vorsprünge der grauen Substanz geht und somit dieselbe umschliesst.

In den Figuren I, II und IV ist dieser Kreis durch schwarze Linien (chr_2) angedeutet. Ein Blick auf die Figuren lässt das specielle Verhalten der Kreise, d. h. der chromoleptischen Partien zweiter Färbung, in den verschiedenen Höhen des Rückenmarkes leicht erkennen. Im Halsmark (Fig. I) zieht sich derselbe in Halbbögen zu beiden Seiten der grauen Substanz so dahin, dass er beiderseits in der Mitte der seitlichen Begrenzung der grauen Vorderhörner beginnt, die vorspringende Spitze des sogenannten Tractus intermedio-lateralis berührt und die laterale chromoleptische Partie erster Färbung umkreisend an der Eintrittstelle des hinteren Wurzelbündels in das sogenannte Caput des Hinterhorns endigt. In den Hintersträngen zieht sich der Kreis zwischen den beiden Endpunkten der seitlichen Kreise in etwas stärkerem Bogen dahin. Nach vorn, im Bereich der Vorderstränge, fehlt die chromoleptische Partie zweiter Färbung, behält also der schwarze Kreis eine Lücke.

Im Lendenmark (Fig. III) ist umgekehrt der Kreis im Gebiet der Hinterstränge unterbrochen und zieht sich jederseits durch das ganze Gebiet der Vorder- und Seitenstränge vom Caput des Hinterhorns, den äussersten Vorsprung des grauen Vorderhorns berührend, nach dem vorderen inneren Ende der vorderen chromoleptischen Partie erster Färbung hin. Am vollständigsten ist der Kreis im Sacralmark (Fig. IV). Hier überbrückt er sämmtliche zwischen die verschiedenen Abschnitte der grauen Substanz einspringende Inseln der weissen in Bögen. Dadurch geschieht es, dass im Sacralmark, wo, wie wir früher gesehen haben, eine laterale chromoleptische Partie erster Färbung fehlt, die chromoleptische Partie zweiter Färbung ihre Stelle einnimmt.

Im Brustmark (Fig. II) ist es mir nicht gelungen, chromoleptische Partien zweiter Färbung darzustellen.

III. Die rothgefärbten Partien.

Wir haben früher erfahren, dass von einer gewissen Zeit ab neben dem Orangegelb der chromoleptischen Partien ein pracht-

volles Roth in ganz anderen Abschnitten des Rückenmarksgewebes auftritt. Diese Abschnitte sind:

1. Das Gewebe der Pia,
2. die Septa der weissen Substanz und
3. das Grundgewebe der grauen.

Von der rothen Tinction gilt dasselbe, was ich von der Gelbfärbung gesagt habe. Sie ist eine durchaus distincte.

Es erscheinen roth gefärbt zwei Gebilde: die Kerne und die Ganglien. — Zur Orientirung diene Fig. VIII (Taf. II). Dieselbe stellt ein Stück des Pyramidenvorderstranges (*W*) mit angrenzender grauer Substanz (*Gr*) und einem Stück benachbarter vorderer Commissur (*cm*) dar. *V* ist ein Theil der vorderen chromoleptischen Partie und *w* ein Stück der angrenzenden nicht gelb gefärbten weissen Substanz.

Die roth gefärbten Kerne sind elliptische oder kreisrunde, innen granulirte Gebilde. Sie sind an drei Orten angehäuft. Diese Orte sind: 1. Die die Blutgefässstämmchen und die markhaltigen Nerven der Wurzeln führenden Septa (*sp*) der weissen Substanz. Hier haben die Kerne (*kg* Gefässkerne) eine vorherrschend längliche Gestalt. 2. Das Stützgewebe der die weisse Rückenmarksubstanz (*W*) zusammensetzenden markhaltigen Nerven (*n*). Hier stellen sie sich als grosse runde Kugeln dar (*kn* Neurogliakerne) und liegen an den Kreuzungspunkten des Neuroglianetzes. Endlich 3. das Grundgewebe der grauen Substanz (*Gr*), die durch ihren ausserordentlich grossen Reichthum an runden Kerngebilden (*kn*) vor den übrigen kernhaltigen Geweben des Rückenmarkes ausgezeichnet ist und diesem Umstand ihre stark hervortretende Rothfärbung durch Safranin (vergl. Fig. V) verdankt.[1]

Sehr bemerkenswerth ist das Verhalten der Ganglien während der ganzen Färbungsprocedur. — Anfangs färbt sich nur ihr Kernkörperchen. Durch seinen Glanz, sein heller funkelndes Roth, seine kreisrunde Form und seine solide Beschaffenheit unterscheidet es sich von den Kernen aller anderen Gewebselemente. Es ist nicht übertrieben, wenn ich sage, dass das gefärbte Kernkörperchen in der Ganglie wie ein Rubin glänzt.

---

[1] Bei längerer Einwirkung des Farbstoffes nimmt alles Stützgewebe einen rothen bis violeten Farbenton an. Auf dessen Grunde heben sich aber immer die stets tiefer gefärbten Kerne schön und scharf ab.

Im weiteren Verlauf der Färbung nimmt der grösste Theil der Ganglienzelle den rothen Farbstoff an, während eine bestimmte, schon in der nicht gefärbten Ganglie sich dunkel markirende und aus wenig transparenten Kügelchen bestehende Partie derselben gelb erscheint. (Vrgl. die Abbildung.)

Und endlich im dritten Stadium der Überfärbung werden die Ganglienkörper (*Gg* Fig. VIII) in toto, wie die einzelnen Kerne, roth gefärbt. In dem tiefroth tingirten Zellleib der Ganglien sieht man dann den rosafarbenen, also helleren, Kern und in diesem wieder das dunkelrothe Kernkörperchen.

Alle diejenigen Gewebselemente, welche durch Safranin roth (respective violet) gefärbt werden, halten diesen Farbstoff ungemein fest und geben ihn nicht mehr frei. Von der Gelbfärbung der chromoleptischen Substanz habe ich dagegen angeführt, dass sie diese Eigenschaft nicht besitzt, sondern sehr empfindlich ist und schon zu Grunde geht, sobald nur die Einwirkung der Farbstofflösung auf die Präparate eine gewisse Zeit überdauert. Wartet man diese Zeit ab, dann erscheinen die Präparate wieder nur in Einer, und zwar rother Färbung. — Und roth gefärbt sind, wie erwähnt, bei vorsichtiger Tinction nur Kerne und Ganglien. Fig. VI gibt nur einen schwachen Ausdruck der Eleganz, mit welcher sich derartige Präparate präsentiren.[1]

Was ist nun der Träger des orangegelben Farbstoffes, die eigentliche chromoleptische Substanz? Das ist die nächste Frage, die sich uns aufdrängt.

Da die chromoleptischen Partien in der weissen Substanz erscheinen, so können selbstverständlich nur zwei Gewebselemente als Träger des gelben Farbstoffes in Frage kommen, — die bindegewebige Stützsubstanz und die Nervenfasern.

Starke Vergrösserungen (Fig. VIII) geben in Betreff der eben angeregten Frage folgende Auskunft. Die orangegelbe Färbung ist eine scharf differencirte, keine diffuse. Wo sie diffus ist, da ist

---

[1] Die grosse Präcision der Kernfärbungen ohne Färbung der Axencylinder, die man auf die oben beschriebene Weise erhält, macht das Safranin auch zur Darstellung der Blutgefässe des Rückenmarkes ohne Injection geeignet. Man hat so ein einfaches Mittel an der Hand, meine Angaben in Betreff des Blutgefässverlaufes im Rückenmark (Sitzb. d. k. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Mathem. naturw. Cl. 1881, III. Abth.) ohne Mühe zu controliren.

die Färbung als missglückt anzusehen. Gefärbt ist nie die Stützsubstanz des Nervengewebes. Träger des gelben Farbstoffes sind vielmehr die Nervenfasern selbst.

Was ist nun in der Rückenmarksfaser gefärbt, der Axencylinder oder die Markscheide?

Keines von beiden.

Ich will diese vielleicht frappirende Antwort sofort erklären.

Es gibt ausser dem Axencylinder und der Markscheide noch eine Substanz in den Rückenmarksfasern. Man sieht sie regelmässig an Rückenmarksquerschnitten in Gestalt einer glashellen Substanz, die mehr oder weniger regulär bald als einfacher, bald als mehrschichtiger Ring gewöhnlich den Axencylinder umgibt (*r* Fig. VIII). Schon andere Autoren, zuletzt Weigert[1], haben diese Substanz gesehen und beschrieben.

Diese Substanz, die weder mit dem Axencylinder, noch mit der Markscheide identisch ist, wol aber einen Bestandtheil des Markscheidencylinders darstellt, ist die gesuchte chromoleptische Substanz κατ' ἐξοχὴν. Sie ist es, die durch Safranin tief gelb gefärbt wird und durch ihre Tinction die Gelbfärbung der chromoleptischen Partien und der markhaltigen Nervenfasern überhaupt bewirkt. Bei starker Vergrösserung (*chr* Fig. VIII) ist sie auf querdurchschnittenen Nerven in der Form von Ringen und ganz besonders von Halbmonden leicht zu erkennen. Nicht selten erscheint sie aber auch in der Gestalt von allerlei unregelmässigen Klumpen und Stücken bald dem Axencylinder und bald dem inneren Contour der Nervenfaser anliegend. Durch längsverlaufende Nerven schimmert sie als ein farbiges Band hindurch, das in der Mitte blass erscheint und an den Seiten gegen die Contouren des Nerven meist scharf sich absetzt (*cm* Fig. VIII).

Dass es sich hier um eine vor oder nach der Färbung gerinnende und dann zerklüftende Masse handelt, das scheint mir aus der angegebenen Configuration der gelbgefärbten Substanz ausserordentlich wahrscheinlich zu sein.

Über die Resultate analoger Färbungen mit Methylenblau kann ich mich kurz fassen.

---

[1] Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1883, S. 772.

Setzt man statt orange (des Safranin) blau (des Methylenblau) und statt roth (des Safranin) grün (des Methylenblau), so gilt von den Methylenblautinctionen wörtlich dasselbe, was ich soeben von den Resultaten der Safraninfärbung angeführt habe. Die Färbungen mit Methylenblau bestätigen somit die mittelst Safranin erhaltenen Resultate bis in die einzelnen Details.

Auch in rein äusserlicher Beziehung stehen die Methylenblaupräparate den Safraninpräparaten in nichts nach. Ihr Blau und ihr prachtvolles Smaragdgrün bilden keine weniger scharfen und effectvollen Contraste, als das Orange und das Roth resp. Violet des Safranin. (Vergl. die Figuren.)

Das gilt vor allen Dingen für die bald zu besprechenden Picrinschwefelsäure-Präparate, bei denen die Doppelfärbung nie vermisst wird, während es sich zuweilen ereignen kann, dass in den Alkoholpräparaten die Kerne und die Ganglien durch Methylenblau nicht deutlich grün und zuweilen sogar deutlich blau gefärbt werden.

B) Picrinsehwefelsäure-Präparate.

Sind die Schnitte, welche mit Safranin oder Methylenblau gefärbt werden sollen, Rückenmarken entnommen, welche nicht in Alkohol, sondern in Picrinschwefelsäure gehärtet worden sind, und verfährt man im Übrigen ganz nach dem für die Alkoholpräparate vorgeschriebenen Tinctionsverfahren, so erhält man immer nur ein einziges und stets dasselbe Färbungsergebniss, — Doppelfärbung der Schnitte.

Speciell ist das Resultat dann folgendes:

1. Blau (Methylenblau), respective orange (Safranin) gefärbt ist die weisse Substanz in ihrer Gesammtheit, sowie die vordere, weisse Commissur und die weissen Fasern der Hinterstränge.

Die Färbung ist meist eine gleichmässige. Doch treten zuweilen in der gleichmässig gefärbten weissen Substanz die chromoleptischen Partien erster Färbung durch ihre tiefere Tinction deutlich hervor. Die Präparate stellen sich dann so dar, wie es die Fig. V und IX wiedergeben.

In derselben Farbe blau respective orange treten ferner auf die Züge der die graue Substanz durchsetzenden

Nerven des Gerlach'schen Netzes. Ich finde für die Darstellung dieser Netze in Alkohol- oder Picrinschwefelsäure-Präparaten das Methylenblau vortheilhafter, als das Safranin.

Man erhält bei Färbung von Picrinschwefelsäure-Präparaten mittels Methylenblau Bilder der grauen Substanz, wie ein solches in Fig. X abgebildet ist.

2. Grün (Methylenblau) respective Roth (Safranin) werden tingirt: das Piagewebe, die Septa der weissen Substanz, das Grundgewebe der grauen und die Ganglien.

Die Färbung der Picrinschwefelsäure-Präparate gibt demnach im Allgemeinen diejenigen Resultate, welche man im zweiten Stadium der Färbung der Alkoholpräparate erhält.

Der Unterschied zwischen beiden Tinctionen besteht im Wesentlichen nur darin, dass in den Picrinschwefelsäure-Präparaten die Affinität zum Farbstoff in zwei Bestandtheilen des Rückenmarksgewebes eine grössere geworden ist: in der weissen Substanz, die nach der Härtung in Picrinschwefelsäure sich ganz färbt und in den gewöhnlich für marklos gehaltenen Fasern des Gerlach'schen Netzes, die erst nach dieser Härtung sich sicher und deutlich färben.

Die Untersuchung der gefärbten Schnitte bei starker Vergrösserung ergibt im Allgemeinen dieselben Resultate, welche uns die Untersuchung tingirter Alkoholpräparate bei starken Vergrösserungen kennen gelehrt haben.

Roth respective grün sind gefärbt: in der Pia, in den Septis der weissen Substanz und in dem Grundgewebe der grauen Substanz die Kerne und die Ganglien. Orange respective blau gefärbt sind: die chromoleptische Substanz in den markhaltigen Fasern der weissen Substanz, die Nerven der vorderen Commissur, die der Wurzelfasern, die weissen Fasern der Hinterstränge und, was bei den tingirten Alkoholpräparaten nicht der Fall ist, die Nervennetze der grauen Substanz.

Welches sind die Schlüsse, die sich aus den angeführten Färbungsresultaten ergeben?

1. Aus der Tinction der Alkoholpräparate ergibt sich Folgendes: Es existirt in der Markscheide der markhaltigen Rückenmarksfasern eine Substanz, welche durch ihre grosse Affinität zum Safranin und zum Methylenblau sich sowol von dem eigent-

lichen Mark, als dem Axencylinder der genannten Faser unterscheidet. Diese — chromoleptische — Substanz scheint im lebenden Rückenmark den Axencylinder in Form eines dünnen Cylinders zu umgeben und eine weiche Consistenz zu besitzen. Die Art und die Mannigfaltigkeit der Formen, in welchen sie in den tingirten Präparaten enthalten ist, lässt sich wenigstens durch die Annahme von Gerinnungen einer weichen, cylindrisch gestalteten Masse noch am besten erklären.

Wahrscheinlich ist die chromoleptische Substanz mit der „erythrophilen" identisch, welche Weigert[1] vor Kurzem auf anderem Wege im Mark der Rückenmarksfasern gefunden hat.

Die chromoleptische Substanz ist in jedem der drei die weisse Rückenmarksubstanz zusammensetzenden Strangpaare enthalten. Ihre Verbreitung in denselben geschieht in so harmonischen Formen, in so scharfen Begrenzungen und mit solcher Constanz, dass man der Vermuthung Raum geben muss, die chromoleptischen Partien erster Färbung seien bestimmte, für sich bestehende Abschnitte der weissen Substanz.

Man könnte vielleicht daran denken, die Affinität gewisser markhaltiger Fasern der weissen Substanz zu den Farbstoffen sei eine einfache Folge ihrer physikalischen Eigenschaften, zumal ihrer Dichte. Und man könnte eine solche Vermuthung damit begründen, dass die chromoleptischen Partien gerade den centralen Abschnitten der weissen Substanz angehören, wo die Rückenmarksfasern im Allgemeinen schmäler und in Folge dessen vielleicht auch dichter sind als an der Peripherie.

Diese Vermuthung lässt sich leicht widerlegen.

Nicht in allen Rückenmarken schliessen sich die chromoleptischen Partien dicht an die graue Substanz an. Man findet vielmehr in manchen Rückenmarken gerade die der grauen Substanz angrenzenden Abschnitte der weissen nicht tingirt und die chromoleptischen Partien durch solche nichttingirte Schaltstücke (*ls* und *lh* — Lücken in der seitlichen und in der hinteren chromoleptischen Partie — (in den Fig. VII und XI) weisser Substanz von der grauen getrennt. Gewöhnlich befindet sich dann zwischen der

[1] A. a. O.

hinteren chromoleptischen Partie und der hintern Commissur der grauen Substanz eine mondsichelförmige, scharf gezeichnete Lücke (vgl. *hl* der Figg. VII und XI) nicht tingirter weisser Substanz und zwischen den seitlichen chromoleptischen Partien und der grauen Substanz dreieckige ungefärbte Felder (*sl* Fig. XI). Vergl. die Figg. II und XI mit einander. In den tiefsten Theilen des Rückenmarkes, im Sacralmark, stellen die vorderen chromoleptischen Partien oft nur zwei, zuweilen nicht einmal congruente mitten in die weissen Vorderstränge eingesprengte Inseln dar (*v* Fig. X).

Auch jene Lücken sind scharf begrenzte, auf beiden Rückenmarkshälften symmetrisch gelegene und gleichgestaltete Gebilde.

Man hat sich selbstverständlich zu hüten, sie nicht mit mangelhaften Tinctionsresultaten zu verwechseln.

Wenn nach alle Dem die Wahrscheinlichkeit, dass die chromoleptischen Partien erster Färbung besondere Abschnitte der weissen Substanz sind, eine sehr grosse ist, so drängt sich uns nun die Frage auf, welches die Bedeutung dieser Abschnitte sein möge. Ich muss diese Frage vorläufig offen lassen und will es versuchen, ihre Beantwortung, soweit möglich, in einer zweiten Arbeit zu geben.

Nur soviel sei jetzt schon erwähnt, dass ich einen Erfolg in dieser Beziehung nur von der Untersuchung pathologischer Rückenmarke erwarte.[1] Vielleicht liegen auch gewissen spinalen Affectionen, bei welchen es bisher nicht gelungen ist, histologische Veränderungen im Rückenmarksgewebe nachzuweisen, Anomalien der chromoleptischen Substanz zu Grunde.

Ich habe hervorgehoben, dass bei einer gewissen Dauer der Einwirkung der Farbstoffe auf Alkoholpräparate die chromoleptischen Partien zweiter Färbung entstehen und dass Härtungen in Picrinschwefelsäure die gesammte weisse Substanz und das Nervennetz der grauen geeignet mache, den Farbstoff zu imbibiren.

Es geht daraus jedenfalls so viel hervor, dass in den chromoleptischen Partien zweiter Färbung, in dem nach aussen von den-

[1] Ich bin in dieser Richtung beschäftigt, und werde demnächst über die Resultate berichten. Vrgl. inzwischen den Anzeiger der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien. 1884. Nr. X.

selben gelegenen Rest der weissen Substanz und endlich auch in den sogenannten „marklosen" Fasern der grauen Substanz eine in der genannten Ordnung graduell abnehmende Affinität zu den Farbstoffen besteht und dass die Picrinschwefelsäure wie eine Beize wirkt, die die genannten Gewebselemente für die Aufnahme des Farbstoffes geeigneter macht.

Worauf diese Stufenleiter der Affinität beruht, ob auf analogen Differenzen im Gehalt an chromoleptischer Substanz oder auf anderen Momenten, — darüber bin ich etwas Sicheres zu sagen zur Zeit noch nicht in der Lage. Doch möchte ich hier vorläufig nur soviel erwähnen, dass die sog. marklosen Nervenfasern der grauen Substanz, worüber ich in einer anderen Arbeit näheres berichten werde, chromoleptische Substanz besitzen.

Ich möchte hier überhaupt mehr auf die beschriebenen Thatsachen, als auf eine Erklärung derselben Gewicht legen, weil es Umstände gibt, unter welchen das hier beschriebene Verhalten der drei chromoleptischen Abschnitte der weissen Substanz ohne nachweisbare Ursache eine vollkommene Umkehr erfahren und gleichsam im Kehrbilde erscheinen kann. Man erhält dann Präparate nach Art der Fig. I. Die den chromoleptischen Partien erster Färbung entsprechenden Abschnitte (*v* und *h*) sind dann ungefärbt, die chromoleptischen Partien zweiter Färbung (chr_2) schwach und der Rest der weissen Substanz (*w*) stark tingirt.

Gerade solche Präparate sind so recht geeignet, den Charakter der chromoleptischen Partien erster Färbung als für sich bestehender, von der übrigen weissen Substanz gesonderter Abschnitte durch die ausserordentliche Schärfe, mit welcher sie sich als weisse Lücken mitten in dem gefärbten Gewebe präsentiren, überzeugend vor Augen zu führen.

In den oben beschriebenen Färbungsresultaten ist noch eine zweite zu weiteren Schlussfolgerungen einladende Thatsache enthalten, — die Thatsache der Doppelfärbung.

Wenn immer und immer wieder, ob wir Gentiana-Violet oder Safranin oder Methylenblau verwenden, im Rückenmarksgewebe Doppelfärbungen entstehen, wenn das Piagewebe, die Septa und die graue Grundsubstanz immer gemeinschaftlich

Träger der einen, und die Nervenfasern, weisse, wie graue, immer Träger der anderen Färbung sind, dann werden wir auch Grund haben, anzunehmen, dass Septa und graue Grundsubstanz in näherer Beziehung stehen zum Piagewebe, als zu den Nerven. Und weil die Pia aus echtem Bindegewebe besteht und die graue Substanz aus Neuroglia, so ist man aus dem genannten Verhalten wol genöthigt, zu folgern, dass die so vielfach behauptete nervöse Natur der Neuroglia[1] wenigstens mit den von mir gefundenen Thatsachen in offenem Widerspruch steht. Noch ein anderer Umstand unterstützt diesen Widerspruch. Es ist bekannt, dass in allen parenchymatösen Organen die Blutgefässe sich mit dem interstitiellen Bindegewebe zwischen den Parenchymelementen verzweigen. Von den Septis der weissen Substanz und dem Grundgewebe der grauen aber habe ich[2] thatsächlich gezeigt, dass sie das Lager der spinalen Blutgefässe bilden, — die Septa das der Vasocorona, die graue Substanz das der spinalen Capillaren. So folgt denn auch hieraus ein weiteres Argument, welches meine aus den Färbungsresultaten nahe gelegten Schlüsse von der Natur der Neuroglia als einer Bindesubstanz, wie ich glaube, rechtfertigt.

Zum Schluss möchte ich mir noch eine kurze Bemerkung erlauben. Weil Safranin und Methylenblau Bindegewebe und Neuroglialager ganz anders färben, als das Nervengewebe, so geben sie von den complicirter gebauten Abschnitten des centralen Nervensystems, beispielsweise vom verlängerten Mark, Bilder von besonderer Schönheit.

Die Schärfe, mit welcher dabei Neuroglia und Nervengewebe in solchen Präparaten gesondert neben einander auftreten, erleichtert die Untersuchung des centralen Nervensystems ganz ausserordentlich und wird vielleicht mit dazu beitragen, unsere Kenntniss von ihrem Bau zu fördern.

---

[1] Vergl. Adamkiewicz: Sarrôme de la moelle épinière etc. Archives de Neurologie. Nr. 12. Novembre. Paris 1882.

[2] Derselbe: Die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes. A. a. O

Erklärung der Tafeln.

I. **Safraninfärbung** Figg. I—VIII.

1. Erstes Stadium. Figg. 1—4. Verhalten der chromoleptischen Substanz im Verlauf des Rückenmarkes. Linearvergrösserung 1:6.

Fig. I. Höhe des siebenten Halsnerven.
II. zehnten Brustnerven.
III. dritten Lendennerven.
IV. „ zweiten Sacralnerven.

In allen Figuren bedeutet:
v = vordere, *h* = hintere, *s* = seitliche chromoleptische Partie *cm* = vordere weisse Commissur, *hw* = weisse Fasern der Hinterhörner, chr_2 = äussere Grenze der chromoleptischen Partie zweiter Färbung.

2. Zweites Stadium. Doppelfärbung.

Fig. V. Höhe des ersten Brustnerven. Lin. Vergr. 1:5. Orange: Die am tiefsten gefärbten Stellen = chromoleptische Partien erster Färbung. Der Randsaum des Präparates ungefärbt. Zwischen ungefärbtem Randsaum und chromoleptischen Partien erster Färbung blassere Tinction. Roth: Pia, Septa der weissen Substanz, graue Grundsubstanz, Ganglien.

3. Drittes Stadium. Rothfärbung.

Fig. VI. Höhe der siebenten Halswurzel. Lin. Vergr. 1:6. Tinction der Kerne und der Ganglien. Die Kernfärbungen der Septa lassen sehr schön den Gefässverlauf im Rückenmark erkennen.

VIII. Ein Stück weisser und grauer Substanz bei starker Vergrösserung (gezeichnet nach Seibert und Kraft (Obj. V, Oc. II). Safranintinction des zweiten Stadium. Enthält ein Stück der vorderen chromoleptischen Partie, der ungefärbten weissen Substanz, des grauen Vorderhorns und der vorderen weissen Commissur.

W = weisse Substanz.
V = vordere chromoleptische Partie.
w = Stück aus dem ungefärbten Rest des weissen Pyramiden-Vorderstanges.
sp = Septa der weissen Substanz, respective Gefässe der Vasocorona und Fasern der Nervenwurzeln.
chr = Stück aus der vorderen chromoleptischen Partie.
kg = Kerne der Septa, respective der Gefässwände.
kn = Kerne der Neuroglia.

I.

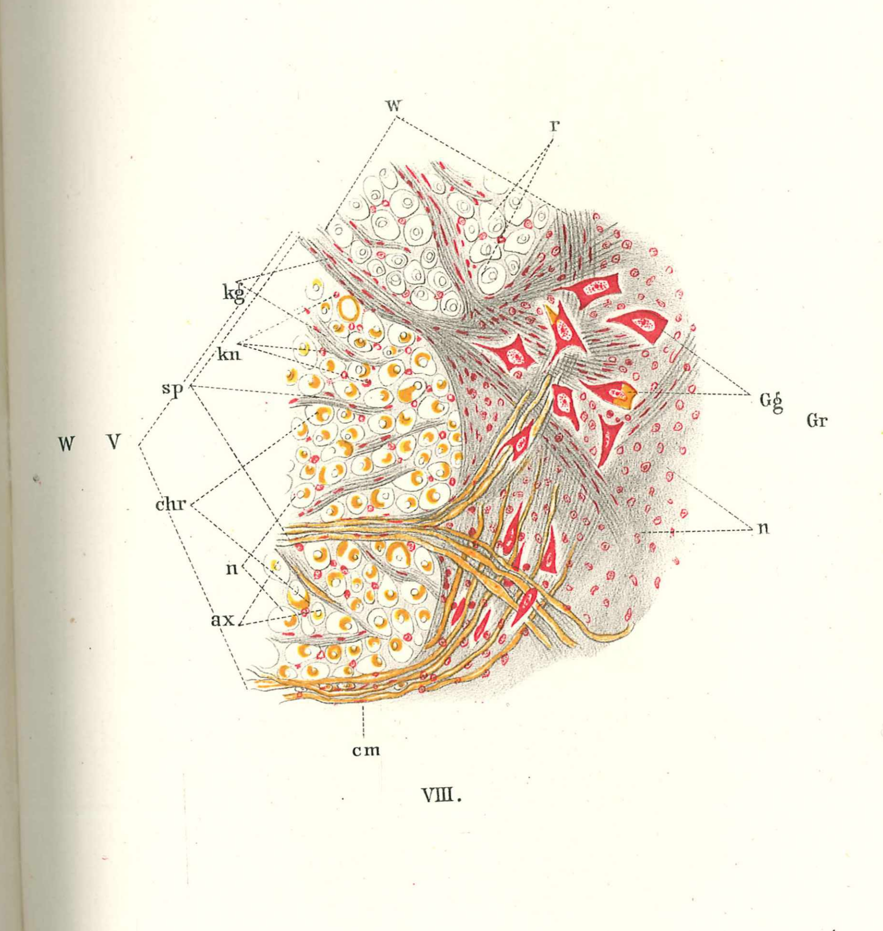
III.

II.

IV.

St. Binkiewicz del. lith. v. Dr J. Heitzmann.

K. k. Hof- u. Staatsdruckerei.



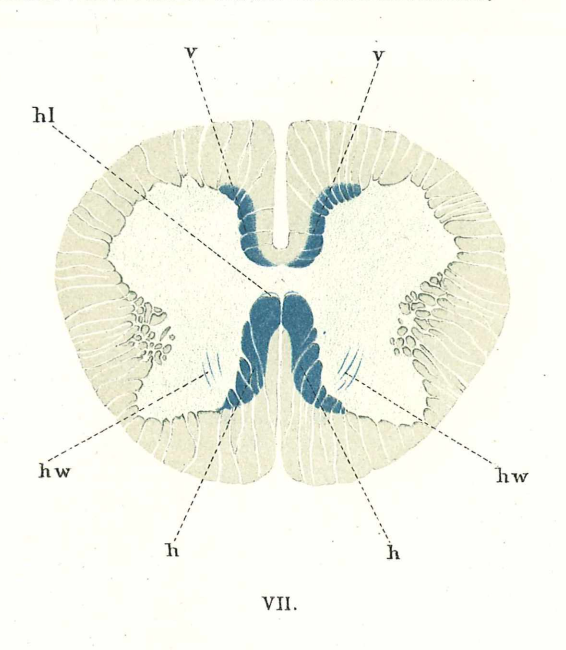
VIII.



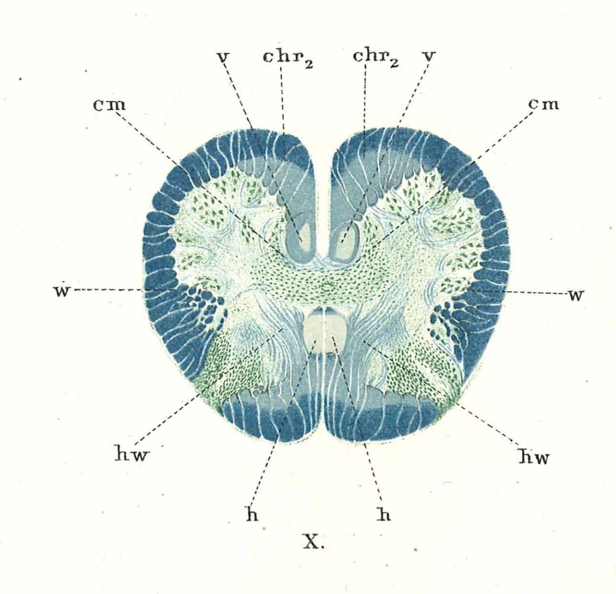
V.

VI.

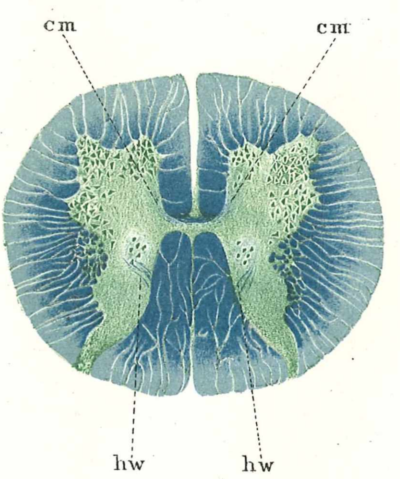
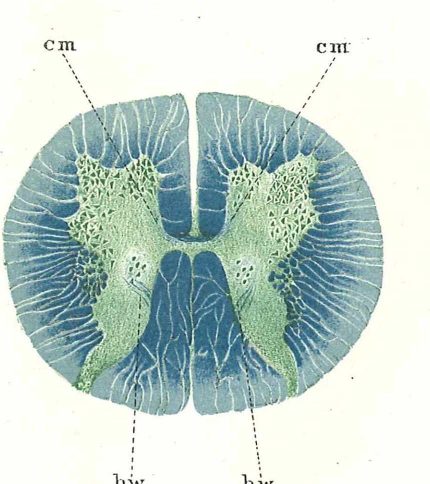
St. Binkiewicz del. lith. v. Dr. J. Heitzmann. K. k. Hof- u. Staatsdruckerei.



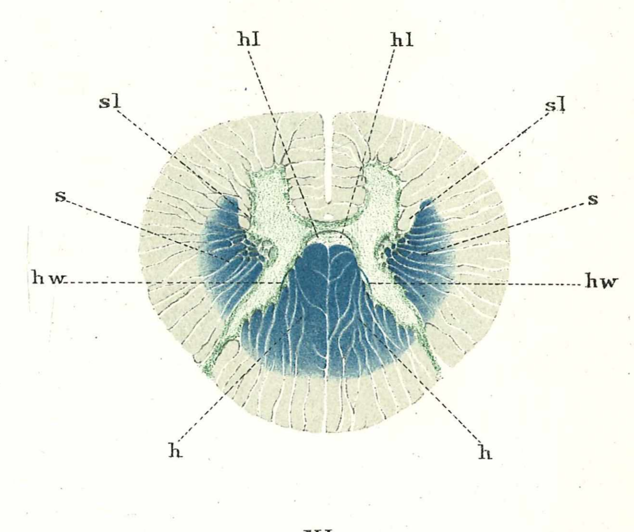
VII.



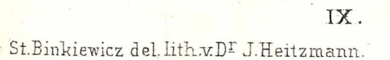
X.

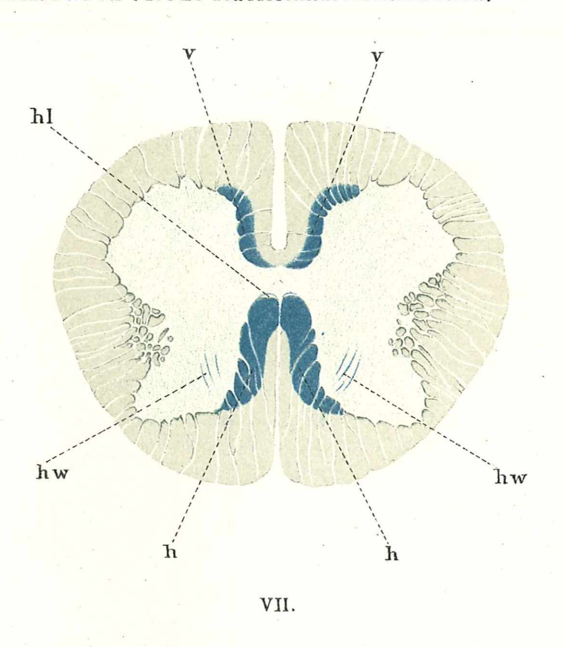
IX.



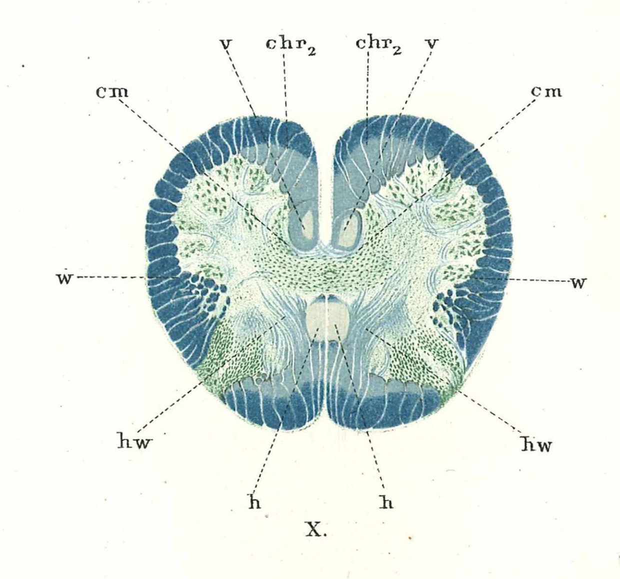
XI.


St. Binkiewicz del. lith. v. Dr. J. Heitzmann.

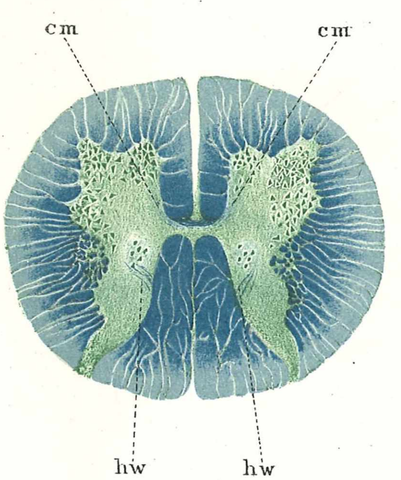
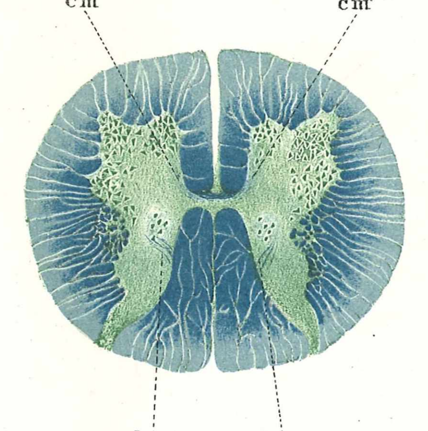
K.k. Hof-u. Staatsdruckerei.



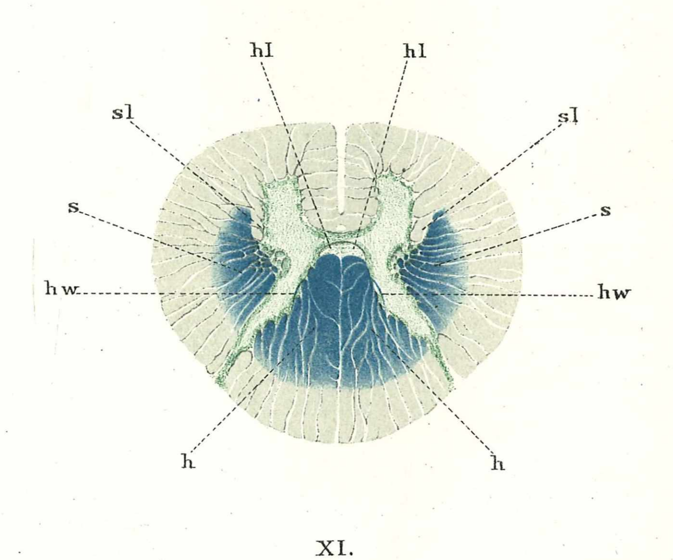
VII.



X.

IX.



XI.

St. Binkiewicz del. lith. v. Dr J. Heitzmann.

K.k. Hof- u. Staatsdruckerei.

n = Weisse Rückenmarksfasern.

ax = Axencylinder.

r = Die die Axencylinder ringförmig umgebende, in den chromoleptischen Partien orange gefärbte Substanz.

Gr = Graue Substanz.

Gg = Ganglien. Enthalten zum Theil eine gelbtingirte Substanz (zweites Stadium der Färbung), zum Theil sind sie vollkommen roth gefärbt (drittes Stadium).

cm = Stück aus der vorderen weissen Commissur. Quer- und längsverlaufende breite Nervenfasern.

II. **Methylenblaufärbung.**

Fig. VII. Erstes Stadium. Höhe der zweiten Sacralwurzel. Lin. Vergr. 1:6. Widderhornartige Configuration der vorderen (*v*) und der hinteren (*h*) chromoleptischen Partie.

hl = Sichelförmige Lücke zwischen hinterer grauer Commissur und der hinteren chromoleptischen Partie.

hw = Weisse Fasern der Hinterhörner.

IX. Zweites Stadium. Doppelfärbung. Höhe der dritten Lendenwurzel. Lin. Vergr. 1:6.

Blau: weisse Substanz. Die chromoleptischen Partien erster Färbung sind tiefer gefärbt.

cm = Vordere weisse Commissur.

hw = Weisse Fasern der Hinterhörner.

Grün: Pia, Septa, graue Grundsubstanz, Ganglien.

X. Natürliches Kehrbild der Tinction. Höhe der zweiten Sacralwurzel. Lin. Vergr. 1:6.

v = vordere chromoleptische Partie.

h = hintere „ „

chr_2 = chromoleptische Partie zweiter Färbung.

w = Rest der weissen Substanz.

cm = vordere Commissur.

hw = weisse Fasern der Hinterstränge.

XI. Erstes Stadium. Höhe des zehnten Brustnerven. Lin. Vergr. 1:6.

h = hintere chromoleptische Partie.

s = seitliche „ „

hw = weisse Fasern der Hinterhörner.

sl = Lücke in den Seitensträngen.

hl = Lücke in den Hintersträngen.